

# PROCESS AND DEVICE FOR FRICTION WELDING OF WORKPIECES

**Patent number:** WO9701412

**Publication date:** 1997-01-16

**Inventor:** BOECK JOHANN (DE);  
GROEGER WALTER (DE);  
MAZAC KAREL (DE)

**Applicant:** KUKA SCHWEISSANLAGEN  
GMBH (DE); BOECK JOHANN  
(DE); GROEGER WALTER (DE);  
MAZAC KAREL (DE)

**Classification:**

- international: B23K20/12

- european: B23K20/12

**Application number:** WO1996EP02702 19960621

**Priority number(s):** DE19951023240 19950627

**Also published as:**

EP0835170 (A1)  
US6021938 (A1)  
EP0835170 (B1)  
DE19523240 (C1)

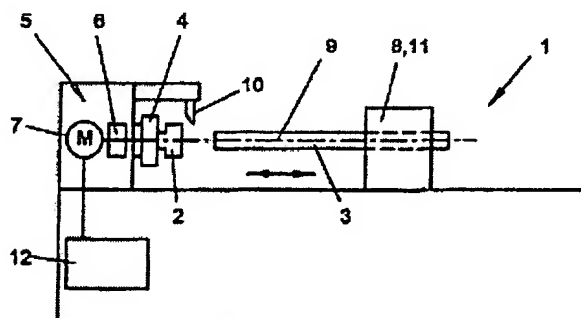
**Cited documents:**

US3973715  
GB2091153  
US3273233

[Report a data error here](#)

## Abstract of WO9701412

The invention pertains to a process and device for friction welding of workpieces made from different materials or with different material properties, in particular of different hardness and/or fusing temperature. In the frictional process the workpieces (2, 3) are rotated relative to each other through a limited angle of rotation of less than 1080 DEG, preferably 290 DEG to 430 DEG. The angle of rotation is controlled by the friction time and the shut-off of the rotary actuator (5). Preferably, the more resistant workpiece (2) is rotated and is faced prior to friction



welding.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

# PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

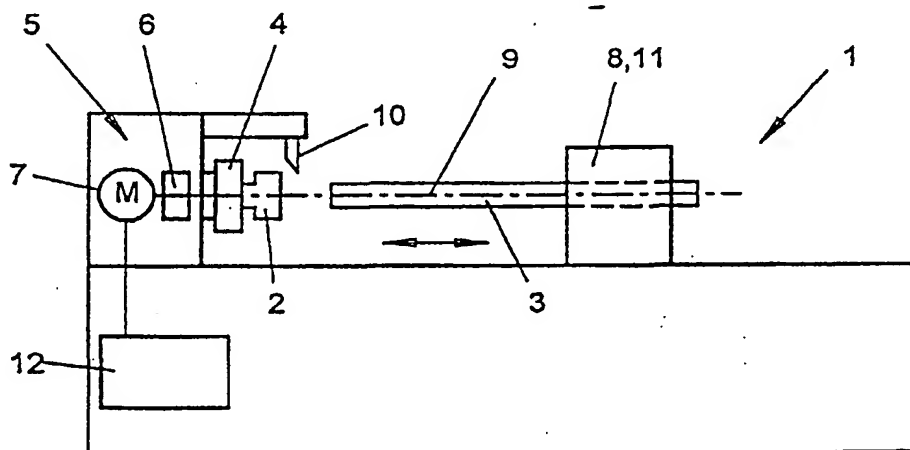
(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>B23K 20/12</b>		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 97/01412</b>
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 16. Januar 1997 (16.01.97)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP96/02702 (22) Internationales Anmeldedatum: 21. Juni 1996 (21.06.96) (30) Prioritätsdaten: 195 23 240.2 27. Juni 1995 (27.06.95) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): KUKA SCHWEISSANLAGEN GMBH [DE/DE]; Blücherstrasse 144, D-86165 Augsburg (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BÖCK, Johann [DE/DE]; Gartenstrasse 7, D-86438 Kissing (DE). GRÖGER, Walter [DE/DE]; Fuggerstrasse 34, D-84494 Emersacker (DE). MAZAC, Karel [DE/DE]; Philipp-Happacher-Weg 6, D- 86316 Friedberg (DE). (74) Anwälte: ERNICKE, Hans-Dieter usw.; Schwibbogenplatz 2b, D-86153 Augsburg (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.	

(54) Title: PROCESS AND DEVICE FOR FRICTION WELDING OF WORKPIECES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM REIBSCHWEISSEN VON WERKSTÜCKEN

(57) Abstract

The invention pertains to a process and device for friction welding of workpieces made from different materials or with different material properties, in particular of different hardness and/or fusing temperature. In the frictional process the workpieces (2, 3) are rotated relative to each other through a limited angle of rotation of less than 1080°, preferably 290° to 430°. The angle of rotation is controlled by the friction time and the shut-off of the rotary actuator (5). Preferably, the more resistant workpiece (2) is rotated and is faced prior to friction welding.



772-830

#### (57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Reibschweißen von Werkstücken aus unterschiedlichen Werkstoffen oder mit unterschiedlichen Werkstoffeigenschaften, insbesondere unterschiedlicher Härte und/oder Schmelztemperatur. Die Werkstücke (2, 3) werden beim Reibvorgang über einen begrenzten Drehwinkel von weniger als 1080°, vorzugsweise 290° bis 430°, relativ zueinander gedreht. Der Drehwinkel wird über die Reibzeit und die Abschaltung des Drehantriebs (5) gesteuert. Vorzugsweise wird das widerstandsfähigere Werkstück (2) gedreht und mit seiner Stirnfläche vor dem Reibschweißen abgeplant.

#### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LK	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

## BESCHREIBUNG

Verfahren und Vorrichtung zum Reibschweißen  
von Werkstücken

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Reibschweißen von Werkstücken aus unterschiedlichen Werkstoffen oder mit unterschiedlichen

10 Werkstoffeigenschaften, insbesondere unterschiedlicher Härte und/oder Schmelztemperatur, mit den Merkmalen im Oberbegriff des Verfahrens- und Vorrichtungshauptanspruchs.

15 Reibschweißverfahren und Reibschweißvorrichtungen sind in in verschiedenen Ausführungen in der Praxis bekannt. Die beiden zu verschweißenden Werkstücke werden z.B. unter Reibkontakt relativ zueinander gedreht, wobei sie an der Reibstelle erhitzt und plastifiziert werden. Nach einer

20 vorgesehenen Zeitspanne wird der Drehantrieb gestoppt, wodurch die Relativdrehung bremsend ausläuft und zum Stillstand kommt. Während des Auslaufs werden die beiden Werkstücke durch einen Axialhub gestaucht und verbunden.

Bei konventionellen Reibschweißverfahren dauert der Reibvorgang mehrere Sekunden, wobei Drehzahlen von 1000 U/min und mehr zum Einsatz kommen. Dieses konventionelle Verfahren ist für gleiche oder in den Eigenschaften einander sehr ähnliche Werkstoffe praktikabel und hat sich bewährt. Für das Reibschweißen von Werkstücken aus unterschiedlichen Werkstoffen, z. B. Aluminium und Stahl, oder für Werkstücke vom gleichen Grundwerkstoff, aber unterschiedlichen Werkstoffeigenschaften, z. B. weiche oder harte Leichtmetalllegierung, läßt sich diese Reibschweißtechnik

35 nicht zufriedenstellend einsetzen. Die Reibschweißverbindungen haben nicht die gewünschte Festigkeit und auch nicht eine ausreichend reproduzierbare

Qualität.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Reibschweißverfahren und eine zugehörige Vorrichtung aufzuzeigen, die auch für Werkstücke mit unterschiedlichen Werkstoffen oder unterschiedlichen Werkstoffeigenschaften zu einer guten Schweißqualität führen.

Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen im Verfahrens- und Vorrichtungshauptanspruch.

Bei der erfindungsgemäßen Reibschweißtechnik wird der gesamte Drehwinkel während des Reibvorgangs auf einen niedrigen Wert begrenzt. Nach den mit der Erfindung gewonnenen praktischen Erfahrungen sollte der Drehwinkel nicht größer als 1080° bzw. 3 ganze Umdrehungen sein. Für die häufig eingesetzten Werkstoffpaarungen Stahl/Aluminium oder weiche/harte Leichtmetalllegierung sollte der Drehwinkel zwischen 180° bis 720° liegen, wobei optimale Ergebnisse für einen Drehwinkelbereich von 290° bis 430° gewonnen werden. Für andere Werkstoffpaarungen können die Drehwinkelbereiche variieren. Sie liegen auf jeden Fall wesentlich niedriger als bei konventionellen Verfahren.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die zugehörige Vorrichtung sind für alle Einsatzfälle geeignet, in denen die Werkstücke aus Werkstoffen bestehen mit signifikanten Unterschieden in den Werkstoffeigenschaften, insbesondere der Härte und/oder der Schmelztemperatur. Solche Paarungen ergeben sich zum einen aus völlig unterschiedlichen Werkstoffen, wie Stahl und Leichtmetalllegierungen, z. B. Aluminium, Magnesium/Aluminium etc.. Anwendungsbereiche sind auch Leichtmetalllegierungen oder Nichteisenmetalle untereinander, wenn sich in der Paarung die Werkstoffe durch unterschiedliche Wärmebehandlung, Legierungsbildung etc. in der Härte, der Festigkeit, der Schmelztemperatur etc. unterscheiden. Die Schmelzeigenschaften können auch aus anderen Gründen stark unterschiedlich sein.

Der bevorzugte Einsatzbereich sind rohrförmige,  
insbesondere zylinderrohrförmige, Werkstücke. Es sind aber  
auch Paarungen massiv/rohrförmig möglich. In Versuchen  
5 haben sich gute Ergebnisse für Abmessungsverhältnisse  
Außendurchmesser/Wandstärke der Rohre von 10:1 oder  
größer, vorzugsweise 20:1 oder größer, ergeben.

In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen  
10 der Erfindung angegeben.

15

20

25

30

35

Die Erfindung ist in den Zeichnungen beispielsweise und schematisch dargestellt. Im einzelnen zeigen:

- 5      Figur 1                    : eine Reibschweißvorrichtung in  
                                  Seitenansicht und
- Figur 2                    : einen Reibschweißvorgang im  
                                  Ablaufdiagramm mit den Veränderungen von  
10                                   Drehzahl, Druck und Weg über der Zeit.

Figur 1 zeigt eine Reibschweißvorrichtung (1) zur  
Verbindung zweier Werkstücke (2,3) durch Reibschweißen.  
15      Hierbei handelt es sich um eine Einkopfmaschine, bei der  
das eine Werkstück (2) in einer als Drehfutter  
ausgebildeten Spanneinrichtung (4) und das andere  
Werkstück (3) in einer axial verfahrbaren  
Spanneinrichtung (8) gespannt ist. Die Spanneinrichtung  
20      (8) stellt zugleich die Stauchvorrichtung (11) dar, mit  
der gegen Ende des Reibvorgangs der Stauchhub oder  
Endschlag zur axialen Verbindung der beiden Werkstücke  
(2,3) erfolgt.

25      In Abwandlung des gezeigten Ausführungsbeispiels kann es  
sich auch um eine Doppelkopfmaschine handeln, die mit zwei  
Drehfuttern ausgerüstet ist. Darüber hinaus sind auch noch  
andere Maschinenabwandlungen möglich.

30      Die beiden Werkstücke (2,3) sind vorzugsweise als  
zylindrische Rohre ausgebildet oder weisen an der  
Schweißstelle Rohrabschnitte auf. Sie haben ein  
Abmessungsverhältnis von Außendurchmesser/Wandstärke von  
mindestens 10:1, vorzugsweise 20:1 oder größer.

35      Bevorzugter Einsatzbereich sind Wellen oder Achsen im  
Fahrzeugbau. Darüberhinaus gibt es auch beliebige andere  
Einsatzbereiche.



Die beiden Werkstücke (2,3) unterscheiden sich signifikant in ihren Werkstückeigenschaften, insbesondere ihrer Härte und/oder Schmelztemperatur. Das Werkstück mit der höheren Härte oder Schmelztemperatur wird vorzugsweise in derjenigen Spanneinrichtung (4) gespannt, die mit dem Drehantrieb (5) verbunden ist. In der gezeigten Ausführungsform handelt es sich um die Verbindung eines Gelenkkopfes (2) aus Stahl mit einer Gelenkwelle (3), die aus einer Aluminiumlegierung besteht. Bei zwei Werkstücken (2,3) mit dem gleichen Grundwerkstoff, z. B. unterschiedlich harten Legierungen, insbesondere Leichtmetalllegierungen, wird das härtere oder höherschmelzende Werkstück (2) ebenfalls auf der Drehantriebsseite gespannt.

Der Drehantrieb (5) besteht in an sich bekannter Weise aus einem Motor (7) und einem Getriebe (6), die mit dem Spannfutter (4) verbunden sind. Der Drehantrieb (5) wird über eine Maschinensteuerung (12) betätigt, die vorzugsweise computerisiert und frei programmierbar ist.

Die Reibschweißvorrichtung (1) weist im Bereich der drehenden Spanneinrichtung (4) außerdem eine Vorrichtung (10) zum Planen der Reibfläche des härteren oder höherschmelzenden Werkstücks (2) auf. Im gezeigten Ausführungsbeispiel handelt es sich um einen zustellbaren Drehmeißel, mit dem die Reibfläche plangedreht und dabei senkrecht zur Drehachse (9) der Reibschweißvorrichtung (1) ausgerichtet werden kann. Das Planen der Reibfläche vor dem Reibschweißvorgang in Spannstellung des Werkstücks (2) wird sich günstig auf die Qualität und Reproduzierbarkeit der Reibschweißergebnisse aus.

Der Reibschweißvorgang wird nachfolgend anhand des Ablaufdiagramms von Figur 2 näher erläutert.

Vor dem Reibschweißvorgang sind die beiden Werkstücke (2,3) voneinander axial distanziert. Der Drehantrieb (5) wird gestartet und dreht im Leerlauf hoch, wobei zugleich die beiden Werkstücke (2,3) von der Stauchvorrichtung (11) bzw. der Vorschubvorrichtung längs der Drehachse (9) im Eilgang einander angenähert werden.

Für den Reibschweißprozeß hat es sich als günstig erwiesen, eine niedrigere Leerlaufdrehzahl als üblich einzusetzen. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel einer Aluminium/Stahl-Verbindung liegt sie bei ca. 300 U/min. Sie kann nach den praktischen Erfahrungen von 50 bis 500 U/min variieren und auch außerhalb dieses Bereichs je nach Werkstoffpaarung liegen.

Wie Figur 2 im unteren Diagramm mit der Angabe des Weges über der Zeit zeigt, wird kurz vor Werkstückkontakt der Eilgang abgeschaltet und die beiden Werkstücke (2,3) einander im Kriechgang genähert. Sobald die Werkstücke (2,3) einander berühren, werden sie an ihren Stirnflächen unter Reibkontakt und mit einer im wesentlichen konstanten Anpreßkraft relativ zueinander gedreht.

Der Drehwinkel der Relativdrehung beim Reibvorgang ist begrenzt. Er bemißt sich vom Reibbeginn bis zum Stillstand der Drehbewegung (Reibvorgang). Der Reibbeginn ist derjenige Zeitpunkt, zu dem eine meßbare und signifikante Werkstückverformung einsetzt und die einhergehende Werkstückverkürzung beginnt. Der Reibbeginn kann mit vorzugsweise geringfügiger Verzögerung nach der ersten Berührung der Werkstücke (2,3) liegen. Die Verzögerung kann durch einerseits durch meßtechnische Gründe und andererseits durch die Zustellgeschwindigkeit und/oder eine eventuell vorgeschaltete sogenannte Anreibzeit bestimmt sein.

Die Reibzeit ist die Zeit von Reibbeginn bis zum

Abschalten des Drehantriebs (5). Nach dem Abschalten dreht das Werkstück (2) durch die Massenträgheiten im Antriebsstrang unter Bremswirkung der Reibkräfte noch bis zum Drehungsstillstand weiter.

5

Der Drehwinkel beträgt im gezeigten Ausführungsbeispiel vorzugsweise  $290^\circ$  bis  $430^\circ$ . Brauchbare Ergebnisse werden auch für einen Drehwinkelbereich zwischen ca.  $180^\circ$  bis  $720^\circ$  erhalten. Nach den bisherigen Erfahrungen sollte der Drehwinkel nicht höher als  $1080^\circ$  liegen.

10

Der Drehwinkel wird in der gezeigten Ausführungsform nur über die Reibzeit eingestellt und gesteuert. Hierfür sind die Massenträgheiten im Antriebsstrang entsprechend abgestimmt, damit nach Antriebsabschaltung eine rasche Bremsung erfolgt. Es empfiehlt sich dabei insbesondere, die bewegten Massen zu verringern und eine geeignete Übersetzung des Getriebes (6) zu wählen. Dies steht auch im Einklang mit der gewünschten niedrigen Leerlaufdrehzahl von ca. 300 U/min.

15

20

Der Drehwinkel wird gemessen, was z.B. exakt und direkt über eine Winkelmessung mittels Drehgeber oder mittelbar und angenähert über eine kontinuierliche Drehzahlmessung und eine Rückrechnung geschieht. Aus meßtechnischen Gründen startet die Drehzahlmessung kurz nach Reibbeginn und endet kurz vor Drehungsstillstand. Das Diagramm von Figur 2 verdeutlicht den Meßbereich. Der gemessene bzw. berechnete Drehwinkel kann dadurch geringfügig kleiner als der tatsächliche Drehwinkel sein.

25

30

Die für den gewünschten Drehwinkel oder Drehwinkelbereich erforderliche Reibzeit kann im einfachsten Fall aus Versuchen empirisch ermittelt werden. Die Einstellung der Reibzeit erfolgt an der Maschinensteuerung (12). Ein praktischer Wert für die Reibzeit sind ca. 100 msec bei einer Drehzahl von ca. 300 U/min und einem Drehwinkel von

35

etwa  $360^\circ$ , wobei die Bremsphase nach dem Abschalten ebenfalls ca. 100 msec beträgt.

5 Wie das mittlere Diagramm von Figur 2 mit der Angabe des Drucks über der Zeit erläutert, erfolgt nach Beendigung der Reibzeit und Abschaltung des Drehantriebs (5) mit einer einstellbaren Stauchverzögerung der Stauchhub. Der Stauchhub kann während der Bremsphase und noch vor Stillstand der Relativdrehung der Werkstücke (2,3)  
10 einsetzen. Im unteren Diagramm kann die sich zeitgleich über den Reibvorgang und die anschließende Stauchung ergebende Werkstückverkürzung abgelesen werden.

15 In der Reibschweißvorrichtung (1) sind unterschiedliche Meßvorrichtungen (nicht dargestellt) angeordnet. So läßt sich beispielsweise der erste Kontakt der Werkstücke (2,3) und/oder der Reibbeginn über die in der Stauchvorrichtung (11) auftretende Kraft oder den Druck feststellen und messen. Alternativ sind auch andere geeignete Meßverfahren  
20 und entsprechende Vorrichtungen einsetzbar. Beispielsweise kann auch der Reibbeginn über den Zustellweg bestimmt werden. Beim Reibschweißen, was vornehmlich für Serienfertigung eingesetzt wird, sind die Toleranzen der Werkstücke (2,3) und der Einspannung sehr gering, so daß  
25 der Zustellweg eine signifikante Größe in ausreichender Genauigkeit darstellt.

Am Drehantrieb (5) sind ferner geeignete Drehgeber oder andere Meßinstrumente für die Messung des Drehwegs  
30 und/oder Drehwinkels vorhanden. In der Maschinensteuerung (12) wird darüber der Drehwinkel ab Reibbeginn bis Drehungsstillstand gemessen bzw. berechnet und überwacht. Außerdem kann hierüber auch die Drehzahl überwacht werden, was vorzugsweise getaktet und in Echtzeit während der  
35 Reibzeit bis kurz vor Drehungsstillstand geschieht.

Ferner sind geeignete Meßeinrichtungen zur Messung des

Werkstückweges und der Werkstückverkürzung vorhanden.  
Diese sind ebenfalls wie die vorstehend erwähnten anderen  
Meßeinrichtungen mit der Maschinensteuerung (12)  
verbunden.

5

Die verschiedenen Meßeinrichtungen können nicht nur zur  
Überwachung des Reibschweißvorgangs und dessen Parametern,  
sondern auch zur Steuerung und zur Regelung des  
Reibschweißvorgangs eingesetzt werden. So ist es  
10 beispielsweise möglich, beim Wunsch nach einer genaueren  
Einhaltung des Drehwinkels eine Bremsvorrichtung,  
vorzugsweise eine elektrische Motorbremse, einzusetzen,  
die den Drehantrieb (5) in Abhängigkeit vom gemessenen  
Drehwinkel aktiv bremst und evtl. stillsetzt. Diese  
15 Bremsvorrichtung kann auf der Seite des Drehantriebs (5)  
angeordnet sein und auf diesen direkt einwirken.  
Alternativ kann auch eine erhöhte Bremswirkung über eine  
höhere Reibkraft und die Stauchvorrichtung (11) erzielt  
werden.

20

25

30

35

## BEZUGSZEICHENLISTE

- |    |    |                        |
|----|----|------------------------|
|    | 1  | Reibschweißvorrichtung |
|    | 2  | Werkstück, hart        |
| 5  | 3  | Werkstück, weich       |
|    | 4  | Spanneinrichtung       |
|    | 5  | Drehantrieb            |
|    | 6  | Getriebe               |
|    | 7  | Motor                  |
| 10 | 8  | Spanneinrichtung       |
|    | 9  | Drehachse              |
|    | 10 | Planvorrichtung        |
|    | 11 | Stauchvorrichtung      |
|    | 12 | Steuerung              |

15

20

25

30

35

## PATENTANSPRÜCHE

- 1.) Verfahren zum Reibschweißen von Werkstücken aus  
5 unterschiedlichen Werkstoffen oder mit  
unterschiedlichen Werkstoffeigenschaften,  
insbesondere unterschiedlicher Härte und/oder  
Schmelztemperatur, wobei die Werkstücke unter  
10 Reibkontakt relativ zueinander gedreht, gestoppt und  
gestaucht werden, dadurch  
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Werkstücke  
(2,3) beim Reibvorgang über einen begrenzten  
Drehwinkel von weniger als  $1080^\circ$  relativ zueinander  
gedreht werden.
- 15 2.) Verfahren nach Anspruch 1, dadurch  
g e k e n n z e i c h n e t, daß der Drehwinkel der  
Relativdrehung ca.  $180^\circ$  bis  $720^\circ$ , vorzugsweise  $290^\circ$   
bis  $430^\circ$  beträgt.
- 20 3.) Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch  
g e k e n n z e i c h n e t, daß der Drehwinkel  
direkt oder mittelbar gemessen wird.
- 25 4.) Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch  
g e k e n n z e i c h n e t, daß der Drehwinkel über  
die Reibzeit und Abschaltung des Drehantriebs (5)  
gesteuert wird.
- 30 5.) Verfahren nach Anspruch 4, dadurch  
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Reibzeit auf  
die Massenträgheiten der bewegten Maschinenteile und  
des bewegten Werkstücks (2) sowie die Reibkräfte  
abgestimmt ist.
- 35 6.) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch  
g e k e n n z e i c h n e t, daß der Drehantrieb (5)

im Leerlauf mit einer begrenzten Drehzahl von ca. 50 bis 500 U/min, vorzugsweise ca. 300 U/min läuft.

- 5 7.) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch  
g e k e n n z e i c h n e t, daß das  
widerstandsfähigere Werkstück (2) gedreht wird.
- 10 8.) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch  
g e k e n n z e i c h n e t, daß die  
Reibschweißfläche des gedrehten Werkstücks (2) vor  
dem Reibschweißen in der Spannstellung senkrecht zur  
Drehachse (9) geplant wird.
- 15 9.) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch  
g e k e n n z e i c h n e t, daß der Reibbeginn der  
Werkstücke (2,3) über eine Messung von Druck oder  
Kraft in der Stauchvorrichtung (11) oder den  
Zustellweg festgestellt wird.
- 20 10.) Vorrichtung zum Reibschweißen von Werkstücken aus  
unterschiedlichen Werkstoffen oder mit  
unterschiedlichen Werkstoffeigenschaften,  
insbesondere unterschiedlicher Härte und/oder  
Schmelztemperatur, mit mindestens einem Drehantrieb  
25 und einer Stauchvorrichtung, welche die Werkstücke  
relativ zueinander drehen, stoppen und unter  
Stauchdruck aneinanderpressen, wobei die  
Reibschweißvorrichtung eine Einrichtung zum  
Feststellen des Reibbeginns und eine Steuerung zur  
30 Einstellung der Reibzeit aufweist, dadurch  
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Steuerung (12)  
derart einstellbar ist, daß die Werkstücke (2,3)  
beim Reibvorgang über einen begrenzten Drehwinkel  
von weniger als 1080° relativ zueinander gedreht  
35 werden.
- 11.) Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch



g e k e n n z e i c h n e t, daß die Steuerung (12) auf abgestimmte kurze Reibzeiten zur Erzielung der gewünschten Drehwinkel einstellbar ist.

- 5      12.) Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch  
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Steuerung (12)  
auf Drehwinkel von ca. 180° bis 720°, vorzugsweise  
290° bis 430°, eingestellt ist.
- 10     13.) Vorrichtung nach Anspruch 10, 11 oder 12, dadurch  
g e k e n n z e i c h n e t, daß die  
Reibschweißvorrichtung (1) eine Einrichtung zum  
Messen oder Berechnen des Drehwinkels und/oder der  
Drehzahl des Werkstücks (2) aufweist.
- 15     14.) Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13,  
dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß der  
Drehantrieb (5) eine Leerlaufdrehzahl von ca. 50 bis  
500 U/min, vorzugsweise ca. 300 U/min, aufweist.
- 20     15.) Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14,  
dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß die  
Reibschweißvorrichtung (1) eine Planvorrichtung (10)  
für das gedrehte Werkstück (2) aufweist.
- 25

Fig. 1

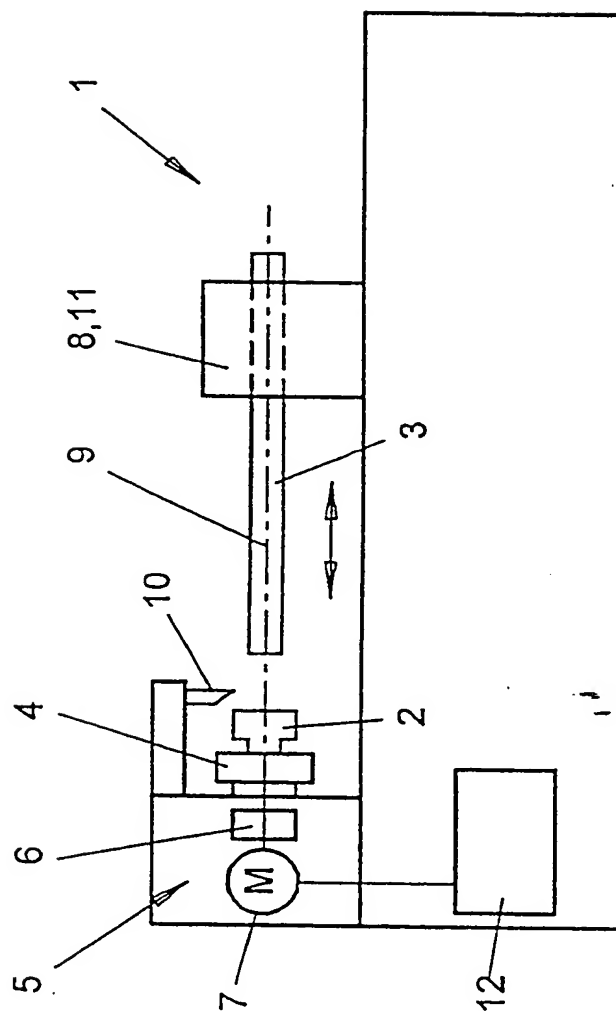
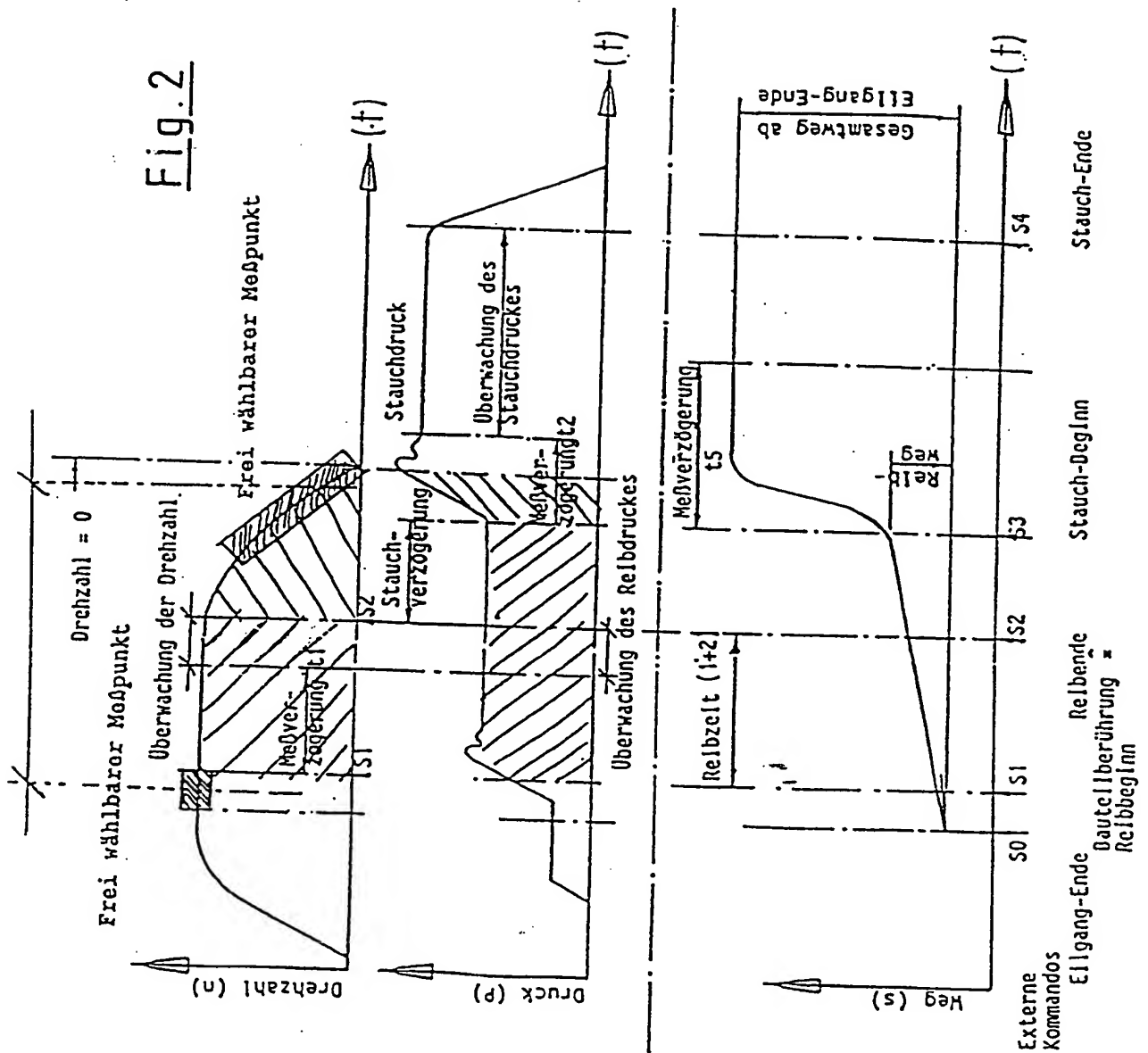


Fig. 2



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP 96/02702

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC6: B23K 20/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC6: B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

ORBIT: WPAT, USPM

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US, A, 3973715 (AMBROSE G. RUST), 10 August 1976 (10.08.76) --	1-15
A	GB, A, 2091153 (KUKA SCHWEISSANLAGEN + ROBOTER GMBH), 28 July 1982 (28.07.82) --	1-15
A	US, A, 3273233 (THEODORE LORING OBERLE ET AL), 20 September 1966 (20.09.66) -----	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

-A- document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

-E- earlier document but published on or after the international filing date

-L- document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

-O- document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

-P- document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

-T- later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

-X- document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

-Y- document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is compared with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

-&amp;- document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 October 1996 (25.10.96)

Date of mailing of the international search report

22 November 1996 (22.11.96)

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office

Authorized officer

BERTIL DAHL

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 96/02702

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US-A-	3973715	10/08/76	NONE		
GB-A-	2091153	28/07/82	DE-A-	3101227	29/07/82
			FR-A-	2498103	23/07/82
US-A-	3273233	20/09/66	NONE		

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 96/02702

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPC6: B23K 20/12

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPC6: B23K

Recherche, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

ORBIT: WPAT, USPM

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US, A, 3973715 (AMBROSE G. RUST), 10 August 1976 (10.08.76) --	1-15
A	GB, A, 2091153 (KUKA SCHWEISSANLAGEN + ROBOTER GMBH), 28 Juli 1982 (28.07.82) --	1-15
A	US, A, 3273233 (THEODORE LORING OBERLE ET AL), 20 September 1966 (20.09.66) -- -----	1-15



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen.



Siehe Anhang Patentfamilie.

## \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:

- \* "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \* "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \* "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \* "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \* "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T

Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X

Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindenscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y

Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindenscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

&amp;

Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25 Oktober 1996

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22. 11. 96

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde



Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL-2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

BERTIL DAHL

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören  
01/10/96

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 96/02702

Im Recherchenbericht angefurtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US-A-	3973715	10/08/76	KEINE		
GB-A-	2091153	28/07/82	DE-A-	3101227	29/07/82
			FR-A-	2498103	23/07/82
US-A-	3273233	20/09/66	KEINE		